

**RODLIKE ULTRASONIC VIBRATOR, RODLIKE ULTRASONIC MOTOR AND APPARATUS**

Patent Number: JP7227090  
Publication date: 1995-08-22  
Inventor(s): KOJIMA NOBUYUKI  
Applicant(s): CANON INC  
Requested Patent: ☐ JP7227090  
Application Number: JP19940015394 19940209  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H02N2/00  
EC Classification:  
Equivalents: JP3059040B2

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:**To provide a rodlike ultrasonic vibrator in which a soldering operation is not required since a conventional rodlike ultrasonic vibrator has various difficulties upon soldering by using leads as means for electrically connecting a piezoelectric element, an external circuit to a power source.

**CONSTITUTION:**Piezoelectric elements 1-1 and 1-2 are interposed between elastic elements 2 and 3 for forming a vibrator body of this ultrasonic vibrator, and a printed board 4 is interposed between both the elements, thereby connecting the elements and an external circuit to a power source. Since the positional relationship between an electrode 6-5 for a sensor formed at the element 1-1 and an electrode 6-5' for a sensor formed at the element 1-2 are so set as to generate output signals of reverse phases to one another, noises included in the signals can be removed, and accurate detection can be executed.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



03059040

- (19)【発行国】日本国特許庁(JP)  
(12)【公報種別】特許公報(B2)  
(11)【特許番号】特許第3059040号(P3059040)  
(24)【登録日】平成12年4月21日(2000.4.21)  
(45)【発行日】平成12年7月4日(2000.7.4)  
(54)【発明の名称】超音波振動子、超音波モータ及び超音波モータを備えた装置  
(51)【国際特許分類第7版】

H02N 2/00

【FI】

H02N 2/00 C

【請求項の数】5

【全頁数】9

- (21)【出願番号】特願平6-15394  
(22)【出願日】平成6年2月9日(1994.2.9)  
(65)【公開番号】特開平7-227090  
(43)【公開日】平成7年8月22日(1995.8.22)  
【審査請求日】平成10年6月26日(1998.6.26)  
(73)【特許権者】  
【識別番号】000001007  
【氏名又は名称】キヤノン株式会社  
【住所又は居所】東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)【発明者】

【氏名】小島信行

【住所又は居所】東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74)【代理人】

【識別番号】100067541

【弁理士】

【氏名又は名称】岸田 正行 (外2名)

【審査官】 下原 浩嗣

(56)【参考文献】

【文献】特開 平6-165540(JP, A)

【文献】特開 平7-193291(JP, A)

【文献】特開 平6-120580(JP, A)

【文献】特開 平7-213081(JP, A)

(58)【調査した分野】(Int. Cl. 7, DB名)

H02N 2/00

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動子本体部分を構成する弾性体と、該弾性体に挟圧保持された圧電素子と、該圧電素子に接し該圧電素子と外部回路及び電源とを接続するプリント基板と、を有している超音波振動子であって、互いに逆相の出力信号を発生する二つのセンサー領域が該圧電素子に設けられていることを特徴とする超音波振動子。

【請求項2】 該プリント基板は2枚の圧電素子の間に挟圧保持されており、該圧電素子の各々には該2個のセンサー領域が形成されていることを特徴とする請求項1の超音波振動子。

【請求項3】 該圧電素子は数枚の圧電素子板を積層した積層型圧電素子として構成されており、該積層型圧電素子は、片面にのみ複数の分割電極を有した少なくとも一枚の第一の圧電素子板と、片面にのみ全面電極を有した少なくとも一枚の第二の圧電素子板と、を含み、該第一の圧電素子板と該第二の圧電素子板とをそれぞれの電極形成面を上向きにして交互に重ね合わせることによって構成され、各圧電素子板の電極はその直下の圧電素子板の電

極と共用になっており、該第一の圧電素子板の電極形成面には該プリント基板が圧接され、該電極形成面には互いに逆相の出力信号を発生する二つのセンサー領域が形成されていることを特徴とする請求項1の超音波振動子。

【請求項4】 請求項1又は2に記載された超音波振動子の端面に圧接されて摩擦駆動される移動体を有していることを特徴とする超音波モータ。

【請求項5】 請求項4に記載された超音波モータにおける移動体によって駆動される駆動機構を有する超音波モータを備えた装置。

#### 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、圧電素子に電気エネルギーを供給することにより超音波振動子としての弾性体を振動させ、振動子に押圧された相手材の移動を行う超音波振動子、特に相手材の回転運動をもたらす超音波モータに好適な超音波振動子、超音波モータ及び超音波モータを備えた装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図8は従来の技術を示す棒状超音波振動子の分解斜視図である。

【0003】 棒状超音波振動子は、円盤状の圧電素子1、金属材料で構成される上部振動体2、下部振動体3、電極板19、樹脂材料で形成される絶縁シート22及びこれらの締結を行う締結ボルト5により構成される。

【0004】 圧電素子の1端面及び側面には円盤部をほぼ4等分する形で電極が備えられている。圧電素子1は各電極ごとに厚さ方向に分極が施されており、中心軸に対して対抗する位置にある電極は互いに逆方向に分極されている。各電極には圧電素子の側面において給電用のリード線が半田付けにより接続されている。図9に示す様に電極6AがA相電極、電極6B1及び6B2がB相電極、電極6Sがセンサ相電極である。

【0005】 圧電素子1のA相に電圧を印加すると振動子には屈曲の変形が生じる。電圧を交流電圧とすると、振動子は屈曲振動を生じる。B相についても同様に電圧を印加すると中心軸を含みA相の振動方向とほぼ直交する方向に屈曲の振動を生じる。B相への印加電圧に、A相への印加電圧に対して適当な時間的位相差を与えると、振動子の任意の点は楕円状の軌跡を描く振動を生じる。

【0006】 この様な振動を生じている振動子状の任意の点、例えば上部振動体の上端面に不図示の移動体を加圧接触させると移動体は振動子の楕円運動により送りの力を与えられる。移動体に円筒状の部材を選び、移動体の中心軸を回転支持とすることで移動体には回転運動が与えられ、超音波モータが構成される。この超音波モータにおいては圧電素子に交流の電圧を印加し、その交流の周波数の屈曲振動を振動子に発生させることで移動体を駆動している。この交流周波数として通常は振動子の固有モードの共振周波数近傍が選ばれる。しかし、振動子の共振周波数は個体ごとのばらつき、環境温度、振動子にかけられる負荷、等により数百～数千Hzの変化を生じるので振動子を効率的かつ安定に駆動させるためには入力電圧の交流周波数を制御する必要があり、振動子の振動状態をモニタするためのセンシング手段が必要となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このような振動子において以下に述べるような問題があった。

【0008】 圧電素子と外部の制御回路との接続はリード線により行われており、このリード線は圧電素子に半田付けにより固定されている。この方法では半田付けの不具合によりリード線の脱落が生じやすく、また、圧電素子や振動体への熱の伝播により半田熔融温度に達しづらい等の問題を生じる。又、半田の付着状態による振動子の振動特性のばらつきを生じる。半田付け時の圧電素子の温度上昇により圧電素子の分極解除が生じる可能性もある。これらの問題から、従来の技術では安定かつ容易に振動子を形成するのが困難なものであった。

【0009】 又、振動子の振動状態をモニタするセンシング手段を振動子本体とは別に備えることは、必要部品点数の増加を生じ、構成の複雑化や寸法の増加を招くことになる。この点を避けるため、駆動に用いる圧電素子上にセンシング領域を設けた場合、上記のように外部との接続を半田づけにより行わねばならず、種々の問題を生じることになる。又、圧電素子に形成されるセンシング領域は駆動に用いられる領域の減少を抑えるため、圧電素子に形成されるセンシング領域は大きく取れず、その出力信号も小さい。そのため、センシング領域の出力信号を精度良く検出する構成が必要となる。

【0010】 それ故、本発明の目的は、前述した従来技術の問題点を解決し、圧電素子と外部回路との電氣的接続にリード線を使用しない新規な構成の超音波振動子、超音波モータ及び超音波モータを備えた装置を提供すること

である。また、圧電素子上のセンサー領域が小さくても出力信号に雑音等が入らず、高精度の検出を行なうことができるように構成された超音波振動子、超音波モータ及び超音波モータを備えた装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本出願に係る発明の目的を実現する超音波振動子の構成は、振動子本体部分を構成する弾性体と、該弾性体に挟圧保持された圧電素子と、該圧電素子に接し該圧電素子と外部回路及び電源とを接続するプリント基板と、を有している超音波振動子であって、互いに逆相の出力信号を発生する二つのセンサー領域が該圧電素子に設けられているものである。上記した構成の超音波振動子において、該プリント基板は2枚の圧電素子の間に挟圧保持されており、該圧電素子の各々には該2個のセンサー領域が形成されている。また、上記した構成の超音波振動子において、該圧電素子は数枚の圧電素子板を積層した積層型圧電素子として構成されており、該積層型圧電素子は、片面にのみ複数の分割電極を有した少なくとも一枚の第一の圧電素子板と、片面にのみ全面電極を有した少なくとも一枚の第二の圧電素子板と、を含み、該第一の圧電素子板と該第二の圧電素子板とをそれぞれの電極形成面を上向きにして交互に重ね合わせることによって構成され、各圧電素子板の電極はその直下の圧電素子板の電極と共用になっており、該第一の圧電素子板の電極形成面には該プリント基板が圧接され、該電極形成面には互いに逆相の出力信号を発生する二つのセンサー領域が形成されている。本出願に係る発明の目的を実現する超音波モータの構成は、上記したいずれかの超音波振動子の端面に圧接されて摩擦駆動される移動体を有しているものである。本出願に係る発明の目的を実現する超音波モータを備えた装置の構成は、上記した超音波モータにおける移動体によって駆動される駆動機構を有するものである。

【0012】

【実施例】

【実施例1】図1は本発明の第1の実施例を示す棒状超音波振動子の分解斜視図である。図2は本実施例で用いる圧電素子の電極配置を示す平面図である。図3は本実施例の棒状超音波振動子で用いるフレキシブルプリント基板4の電極構成を示す図である。

【0013】図1に示すごとく、振動子は、環状もしくは孔あき円板状の2枚の圧電素子1-1及び1-2、金属材料で形成される上部振動体2及び下部振動体3、圧電素子の各電極と外部制御回路との接続を行うプリント基板4、およびこれらを一体とするための締結ボルト5より構成される。本実施例では2枚の圧電素子1-1及び1-2が用いられ、両圧電素子の間にプリント基板4を挟み込んだ構成となっている。この2枚の圧電素子は同一の形状である。

【0014】圧電素子の素材としてPZTを用い、焼成後に内径4mm、外径8mm、厚さ0.4mmに機械加工されたものを用いた。図1及び図2に示すように、圧電素子1-1及び1-2の第1の面には圧電素子円周をほぼ4等分する形で電極6-1～6-4、6-1'～6-4'が配置されており、これら電極は図2に示すように電極非形成部104-1～104-4、104-1'～104-4'により互いに隔てられている。又、全周を4分割したうちの1領域には半径方向に互いに隔てられた電極6-1と6-5及び6-1'と6-5'が形成され、圧電素子1-1及び1-2の第2の面には共通電極6-G、6-G'がほぼ全面に配置されているが、電極非形成部104-1、104-1'と位相の一致する位置には電極非形成部104-5、104-5'が配置されている。

【0015】圧電素子1-1においてそれぞれの分割電極6-1～6-5が配置されている領域は厚さ方向に分極が施されており、電極非形成部104-1～104-5には分極が施されていない。また、分割電極6-1、6-2、6-5が配置されている領域はこれらの電極を高電位として厚さ方向に分極され、電極6-3及び6-4が配置されている領域はこれらの電極を低電位として分極が施されており、図2(a)においては、それぞれの電位を(+)、(-)で示してある。

【0016】一方、圧電素子1-2においてもそれぞれの分割電極6-1'～6-5'が配置されている領域は厚さ方向に分極が施されており、電極非形成部104-1'～104-5'には分極が施されていない。また、分割電極6-1'、6-2'、6-5'が配置されている領域はこれらの電極を高電位として厚さ方向に分極され、電極6-3'及び6-4'が配置されている領域はこれらの電極を低電位として分極が施されており、図2(b)においては、それぞれの電位を(+)、(-)で示してある。

【0017】図2(a)に示したごとく圧電素子1-1のL-L断面の分極状態は電極6-1及び電極6-2と電極6-Gで挟まれた領域は分極が施されるが、電極非形成部104-1と104-5とで挟まれた領域は分極が施されていない。

【0018】なお、図2(b)に示したごとく、圧電素子1-2の電極配置は圧電素子1-1の電極を図中a-a

軸について対称に投影した配置となっている。

【0019】プリント基板4は、ベース材に厚さ $25\mu\text{m}$ のポリイミドを、電極材料に $35\mu\text{m}$ 厚の銅箔を用いており、接着層のないプリント基板材料を用いている。これはプリント基板内の接着層による振動子の減衰量の増加を防ぐためである。図3に示した如く、プリント基板4の円盤部の上面には、圧電素子1-1の各電極6-1~6-5に対応する位置に電極7A1、7A2、7B1、7B2、7S1が形成されており、該振動子が組立てられた状態ではプリント基板4上の電極7A1が圧電素子1-1上の電極6-1に、電極7A2が電極6-3に、電極7B1が電極6-2に、電極7B2が電極6-4に、電極7S1が電極6-5に、それぞれ圧接されることになる。また、電極7A1と電極7A2はプリント基板4上のリードパターン8-6により互いに接続されている。

【0020】プリント基板4の円盤部の裏の面には裏の面と同様に圧電素子1-2の各電極6-1'~6-4'に対応する位置に、電極7A3、7A4、7B3、7B4、7S2が形成されるとともに接地用電極7Gが形成されており、振動子組立状態では電極7A3と6-2'、7A4と6-4'、7B3と6-1'及び6-5'、7B4と6-3'、が互いに圧接された状態となる。また、電極7B3と7B4はリードパターン8-7により接続されている。又、接地用電極7Gは金属材料で形成された締結ボルト5と接して電気的に接地される。また、電極7A1は裏側の電極7A3とスルーホール101により接続され、同様に7A2と7A4、7B1と7B3、7B2と7B4、がそれぞれスルーホールにより接続されている。

【0021】圧電素子1-1の電極6-1及び6-3と圧電素子1-2の電極6-2'及び6-4'はA相用電極となる。同様に圧電素子1-1の電極6-2及び6-4と圧電素子1-2の電極6-1'及び6-5'並びに6-3'はB相用電極となる。又、圧電素子1-1の電極6-5は第1のセンサ用電極であり、すなわちS1相となり、圧電素子1-2の電極6-5'は第2のセンサ用電極S2相である。

【0022】プリント基板4には外部制御回路との接続端子9が設けられており、プリント基板4上のリードパターンにより電極7A1が端子9Aに、電極7B1が端子9B1に、電極7Gが端子9Gに、電極7S1が端子9S1に、電極7S2が端子9S2に、それぞれ接続されている。

【0023】締結ボルト5及び上部振動体2、下部振動体3は金属材料で構成されており、電気的に同電位となる。又、プリント基板4の基板電極7Gは締結ボルト5と密着し、圧電素子1-1、1-2の電極6-Gはそれぞれ上部振動体2、下部振動体3に加圧接触しており、電極6-Gは基板電極7Gと同電位となる。プリント基板4の接続端子9Gにより圧電素子1-1及び1-2にGND電位を与えられる。

【0024】プリント基板4の接続端子に電圧を印加することで圧電素子1-1及び1-2への給電が行われる。接続端子9GをGND電位とし、接続端子9Aに電圧を印加することで圧電素子のA相に電圧が駆動される。同様に接続端子9Bに電圧を印加することでB相が駆動される。

【0025】接続端子9Aに電圧を印加すると、A相は歪を発生し、振動子は図1に示すX方向に屈曲する。同様にB相に対して電圧を印加するとX方向とはほぼ直交するY方向に屈曲される。印加する電圧を交流電圧とし、例えば振動子の屈曲振動の固有振動数付近の交流周波数を選ぶと、周期的、かつ安定した振動子の屈曲振動が得られる。又、B相への印加電圧をA相への印加電圧に対して適当な時間的位相差を与えると、振動子の任意の点は軌跡が楕円を描くように振動を行う。このような振動をしている振動子の任意の点、例えば上部振動体の上端面に不図示の移動体を加圧接触させると、移動体は振動子の表面粒子の楕円運動により、送りの力を与えられる。

【0026】圧電素子の電極6-5は振動子の屈曲変形により歪みを生じ、圧電効果により電荷を発生する。圧電素子1-1の電極6-5はA相圧電素子に対して $0\text{rad}$ ずれた位置に配置される。このときの周波数に対するA相圧電素子の印加電圧と電極6-5の出力信号（以後S1と称する）の位相差の関係（以後 $\theta_{A-S1}$ と称する）、及びS1の出力信号の大きさ $(VS1)$ の関係

を図5に示す。屈曲1振動モードで振動子を駆動すると、共振周波数 $F_r$ において位相差 $\theta_{A-S1}$ は、CW（時計回り方向）、（反時計回り方向）共に $(90\pi/180)\text{rad}$ になり、共振周波数より高い側の周波数では徐々にずれていく。出力信号の大きさ $(VS1)$ は共振周波数付近で最大値をとり、共振周波数より高い側の周波数では徐々に小さくなる。圧電素子1-2の電極6-5'も同様の作用をもたらす。よって、これら振動子の振動状態のセンシング手段の出力信号を正確にモニタすることが振動子の制御を行うために必要なものとなる。

【0027】振動子の歪により圧電素子1-1の電極6-5の発生する電荷はプリント基板20の接続端子9S1で検出される。接続端子9S1により検出されるセンサ信号をO1とする。同様に圧電素子1-2の電極6-5'の発生する電荷は接続端子9S2により検出される。接続端子9S2により検出されるセンサ信号をO2とする。

又、圧電素子 1-1 の電極 6-5 の出力する信号を S 1、圧電素子 1-2 の電極 6-5' の出力する信号を S 2 とする。

【0028】センサ信号 O 1 及び O 2 にはプリント基板に配置されたプリントパターンで生じるクロストークによりノイズが含まれてしまう。

【0029】図 4 (a) は信号 S 1 にノイズが含まれたときの接続端子 9 S 1 で観測される信号 O 1 を示したものである。D 1 は A、B 相の駆動信号によりプリントパターン 8-4 上に発生するクロストークノイズ成分であり、O 1 は S 1 と D 1 がたし合わされた形で観測される。図に示したごとく、O 1 と S 1 は  $\theta 1$  だけ位相がずれており、振動子の振動状態を正しく観測することができない。

【0030】図 4 (b) は信号 S 2 にノイズが含まれた時の観測される信号 O 2 を示したものである。S 2 は S 1 と振動変位に対する出力信号の関係が  $\pi$  rad ずれるので図に示したようになる。プリントパターン 8-4 と 8-5 はほぼ同形状、同位置にあるので、プリントパターン 8-5 に発生するクロストークノイズはパターン 8-4 に発生するものと等しく、ここではパターン 8-5 に発生するノイズを D 1 で表す。O 2 は S 2 と D 1 がたし合わされた形で観測され、O 1 と同様に O 2 と S 2 は  $\theta 2$  だけ位相がずることになる。

【0031】上記の各信号の関係を位相平面上のベクトルとして表し、関係を示すと以下ようになる。

【0032】

【数 1】

$$\vec{S}_2 = -\vec{S}_1$$

$$\vec{O}_1 = \vec{S}_1 + \vec{D}_1$$

$$\vec{O}_2 = \vec{S}_2 + \vec{D}_1 = -\vec{S}_1 + \vec{D}_1$$

O 1 から O 2 を引くと

$$\vec{O}_1 - \vec{O}_2 = (\vec{S}_1 + \vec{D}_1) - (-\vec{S}_1 + \vec{D}_1)$$

$$2 * \vec{S}_1$$

【0033】という値が得られ、図 4 (c) に示したようにノイズの影響を取り除いた信号を観測できる。

【0034】このように接続端子 9 S 1 及び 9 S 2 より観測される信号の差分を求めることで、プリント基板上でクロストークにより発生するノイズ成分を除去し、信頼性の高いセンサ信号が観測される。この結果、精度の高い振動子の制御を行うことが可能となる。

【0035】図 11 は本発明の棒状超音波振動子を用いた棒状超音波モータの縦断面図である。振動子の締結ボルト 5 は先端部に細径の支柱部 5 p を有し、この支柱部の先端に固定された固定部材 15 によりモータ自体の固定を行えるようにし、更に移動体等の回転支持の作用を兼用している。移動体 18 は上部弾性体 2 の先端面に接触し、加圧は固定部材 15 からベ어링部材 13 とギア 14 を介して移動体 18 に内装されたバネケース 17 のコイルバネ 16 を押圧することで与えられる。

【0036】図 12 に本発明の超音波振動子で構成された棒状超音波モータを有する光学装置を示す。

【0037】棒状超音波モータと一体的に組みつけられているギア 14 はギア伝達機構 G の入力ギア G I に噛合し、その出力ギア G O はレンズ L 1 を保持するレンズ保持部材 H に形成されたギア H I に噛合している。このレンズ保持部材 H は固定筒 K にヘリコイド結合し、超音波モータの駆動力によりギア伝達機構 G を介して回転駆動されて合焦が行われる。

【0038】〈実施例 2〉図 6 に本発明の第 2 の実施例の超音波振動子に用いられる積層圧電素子の構成を示す。図 7 は該積層圧電素子の分極状態を示す。図 8 は本実施例で用いるフレキシブルプリント基板である。本実施例は積層圧電素子に 1 相の駆動相を設けているが、積層圧電素子及びフレキシブルプリント基板の構成を変更することで 2 相の駆動相を形成することも可能である。

【0039】積層圧電素子 10 は、予め仮焼後粉碎したセラミックス粉末をシート状に成形した複数の圧電素子板を積層化して形成される。本実施例では積層圧電素子 10 は 5 枚の圧電素子板 100-1 ~ 100-5 により構成され、各圧電素子板はいずれも直径 8 mm、各層の厚さ 0.1 mm、全長 0.5 mm である。各圧電素子板には片面あるいは両面に電極膜が形成されると共に 1 ~

3個の導通穴（電極用金属膜で被覆された穴）101a~101cが同位置に貫設されている。

【0040】図6には各圧電素子板100-1~100-5の表の面と圧電素子板100-5の裏面が示されている。

【0041】第1の圧電素子板100-1の表の面には、中心孔の外周に沿ってほぼ環状の電極非形成部104-14が設けられるとともに該電極非形成部104-14に連なる放射状部分を有した二つの電極非形成部104-11及び104-12を隔てて二つの分割電極30a1、30b1が形成され、更に、分割電極30a1、30b1の内側の円弧状の電極非形成部の中には円弧状のセンサ用分割電極30s1、30s2が形成されている。

【0042】第2の圧電素子板100-2の表の面には中心孔の外周に沿う環状の電極非形成部104-14が設けられるとともに、圧電素子板100-1の電極非形成部104-11とほぼ同形状の電極非形成部104-13が該部104-11と同位置に設けられ、これ以外の面は全面電極31-1として電極膜で被覆されている。また、貫設されている3個の導通穴101a、101b、101cのうち2個の導通穴101a及び101bの周囲には環状の電極非形成部が設けられている。

【0043】第3の圧電素子板100-3の表の面には、中心孔の外周に沿う環状の電極非形成部104-14と、放射状の2個の電極非形成部104-15及び104-16と、が設けられるとともに、該電極非形成部104-15及び104-16で隔てられた二つの分割電極30a2及び30b2が形成されている。

【0044】第4の圧電素子板100-4の表の面には中心孔の外周に沿う環状の電極非形成部104-14が設けられるほかはすべて電極膜で被覆された全面電極31-2が形成され、2個の導通穴101a及び101bの外周にも環状の電極非形成部が設けられている。

【0045】第5の圧電素子板100-5の表の面には、中心孔の外周に沿う環状の電極非形成部104-14と、放射状の二つの電極非形成部104-17及び104-18と、が設けられるとともに該電極非形成部104-17及び104-18により隔てられた二つの分

割電極30a3及び30b3が形成されている。また、電極非形成部104-18には只1個の導通穴101cが開口している。一方、該圧電素子板100-5の裏面には中心孔に沿う環状の電極非形成部104-14が設けられるとともに導通穴101cが開口し、全面電極31-3が形成されている。

【0046】前記の如き各圧電素子板100-1~100-5をそれらの電極非形成部と導通穴の位置が一致するようにそれぞれの表の面を上にして重ね合わせることで積層圧電素子10が形成される。

【0047】このようにして形成された積層圧電素子10を図7（a）のように、2つの高抵抗を用いて分圧ができるように結線し、圧電素子板100-1の上端面の電極30a1、30b1、30s1、30s2の各々にコンタクトピンを接触させて直流電源により直流電圧を印加することで積層圧電素子10を図7（b）に示す矢印の方向に分極させる。その結果、分割電極30a1が配置された領域と分割電極30b1が配置された領域は互いに逆方向に分極され、超音波振動子において例えばA相駆動用の圧電素子として用いることができる。なお、圧電素子板100-1に設けられた分割電極30s1、30s2はセンサ相電極となる。

【0048】前記積層圧電素子10を振動子に組み込んだ時に外部との電氣的接続を行うために、図8に示す構成のプリント基板20が用いられる。該プリント基板20は、同図に示すように、積層圧電素子10と圧接し電氣的接続を行う円板部及び外部との接続を行う部分より構成される。プリント基板20の円板部には積層圧電素子10の分割電極30a1、30b1と接する基板電極7A、分割電極30s1と接する基板電極7S1及び分割電極30s2と接する基板電極7S2が形成されており、各基板電極はプリント基板上のリードパターンにより接続端子9と接続される。

【0049】センサ用電極30s1と30s2は積層圧電素子の中心軸に対して対称の位置に形成されてるが、該電極が配置された領域の圧電素子の分極は同一の方向にされているので積層圧電素子10に屈曲変形を生じたとき、片方には正の歪みを生じ、もう一方には負の歪みを生じる。このため、これら電極30s1と30s2の出力信号は互いに逆位相となる。第1の実施例に示したごとく、接続端子9S1及び9S2により観測される信号の差分をセンサ信号とすることで、プリント基板上でクロストークにより発生するノイズ成分は除去され、信頼性の高いセンサ信号が観測される。

【0050】本実施例で示した積層圧電素子10を用いた超音波振動子は、前述の構成以外は図1に示した第1の実施例と同様の構成であり、説明を省略する。

【0051】なお、本実施例は圧電素子を積層圧電素子として構成を示したが、1枚の圧電素子についても同様の構成をとることが可能である。



## 【0052】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明による超音波振動子では、圧電素子と外部回路及び電源とを電氣的に接続する接続手段としてプリント基板を用い、該プリント基板を圧電素子に密着させた状態で圧電素子とともに振動子の弾性体に挟圧保持させる構成としたので、リード線の半田付け作業が不要となり、リード線の半田付け作業に関連して派生する種々の問題を回避することができ、その結果、従来よりも品質の安定した超音波振動子を能率よく製造することが可能となった。また、本発明の超音波振動子では、互いに逆位相の出力信号を発生する二つのセンサー領域を圧電素子に設け、両センサー領域の出力の差から該超音波振動子の振動状態を検出するようにしたので各出力信号に含まれる雑音成分を除去することができるため、小さな出力信号であっても高精度の検出が可能となり、その結果、本発明によれば従来よりも高精度の制御が可能な超音波振動子、超音波モータ及び超音波モータを備えた装置が提供される。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の棒状超音波振動子の分解斜視図。

【図2】第1の実施例の2枚の圧電素子の表面及び裏面並びに断面を示す図で、(a)は圧電素子1-1を、(b)は圧電素子1-2をそれぞれ示した図。

【図3】図1に示した棒状超音波振動子に用いるフレキシブルプリント基板の表面と裏面を示す平面図。

【図4】図1に示した棒状超音波振動子駆動時のセンサ信号を示した図。

【図5】棒状超音波振動子駆動時のセンサ相特性を示した図。

【図6】第2の実施例の超音波振動子に使用される積層圧電素子の構成を示す図。

【図7】図6に示した積層圧電素子の分極方法(a)及び分極された状態(b)を示した図。

【図8】第2の実施例で使用されるフレキシブルプリント基板の構成を示す図。

【図9】従来例の棒状超音波振動子の分解斜視図。

【図10】従来例の圧電素子を示す図。

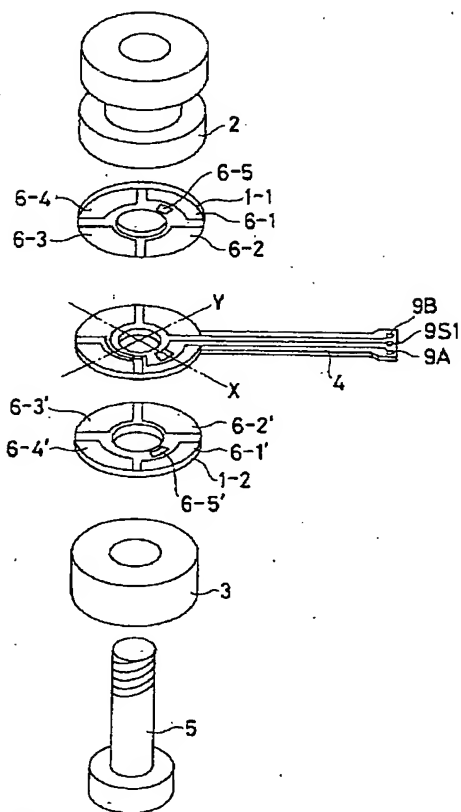
【図11】本発明の棒状超音波振動子により構成された超音波モータの縦断面図。

【図12】図11の棒状超音波モータを駆動源とするレンズ駆動機構を組み込んだレンズ鏡筒の縦断面図。

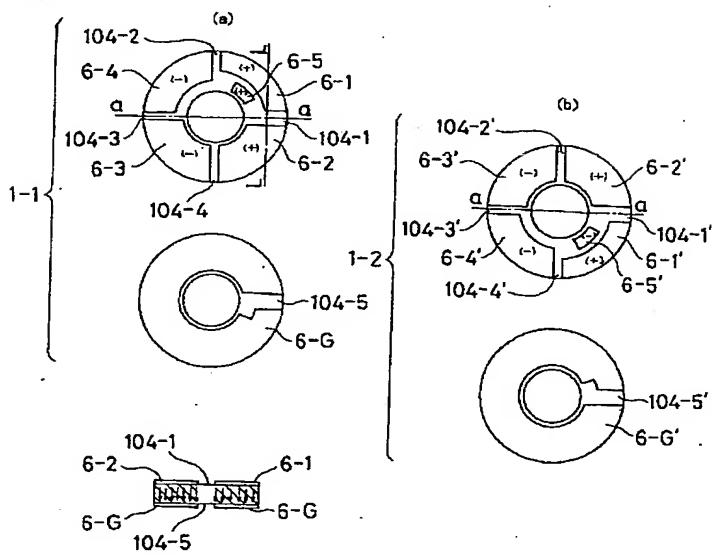
## 【符号の説明】

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1, 1-1, 1-2…圧電素子   | 2…上部振動体           |
| 3…下部振動体  | 4…フレキシブルプリント基板    |
| 5…締結ボルト  |                   |
| 6-1~6-5, 6-1'~6-5', 6G…圧電素子電極                                  |                   |
| 7A1, 7A2, 7B1, 7B2, 7A3, 7A4, 7B3, 7B4, 7G1, 7G2…基板電極          |                   |
| 10…積層圧電素子  | 13…ベアリング部材        |
| 14…ギア  | 15…固定部材           |
| 16…コイルバネ   | 17…バネケース          |
| 18…ロータ   | 19…電極板            |
| 22…絶縁シート   | 100-1~100-5…圧電素子板 |
| 101a, 101b, 101c…導通穴   |                   |
| 104-1~104-5, 104-11~104-18…電極非形成部                              |                   |
| 30a1, 301b1, 30a2, 30a3, 30b3, 30s1, 30s2, 31-1, 31-2, 31-3…電極 |                   |

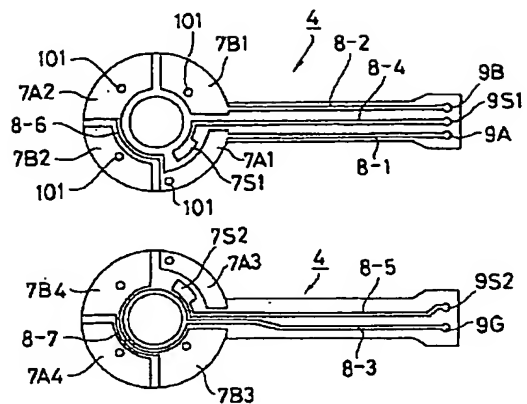
## 【図1】



【図 2】

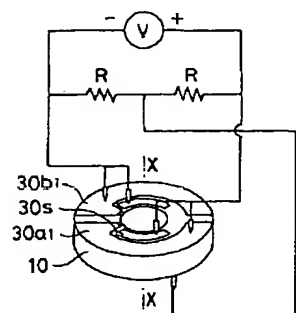


【図 3】

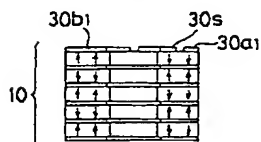


【図 7】

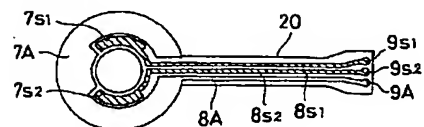
(a)



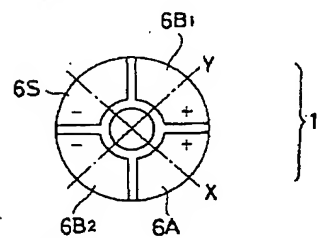
(b)



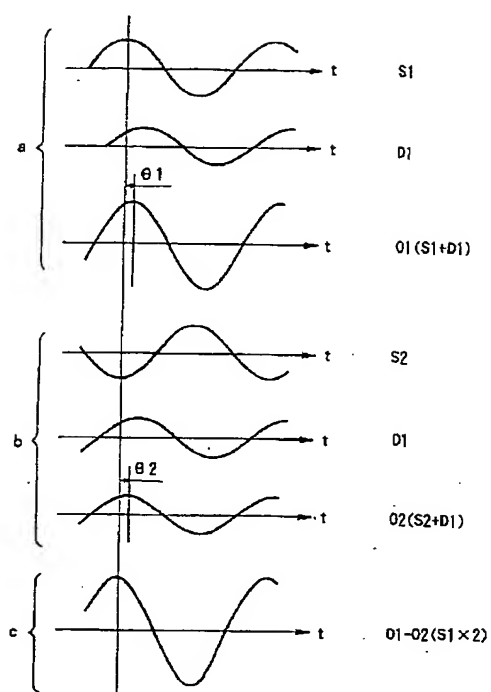
【図 8】



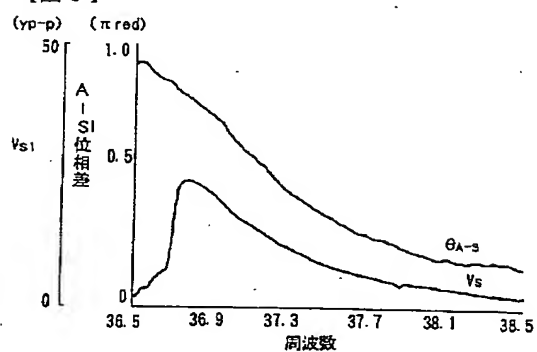
【図 10】



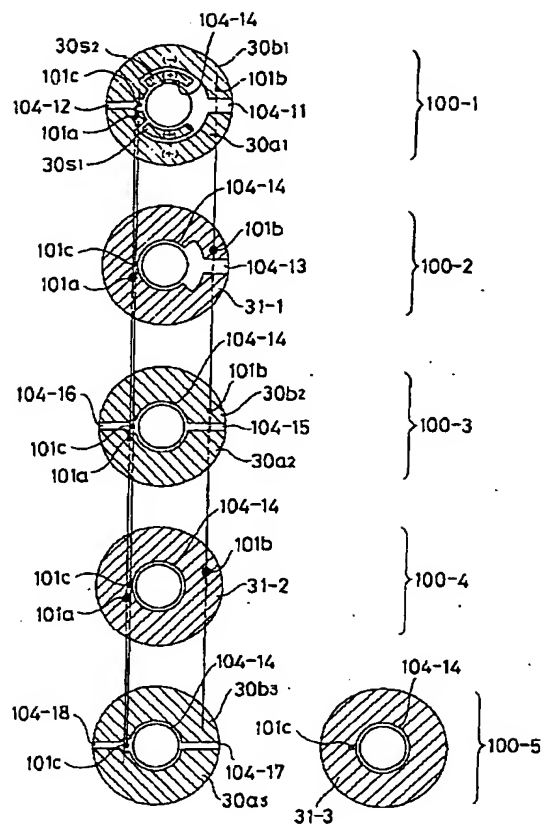
【図 4】



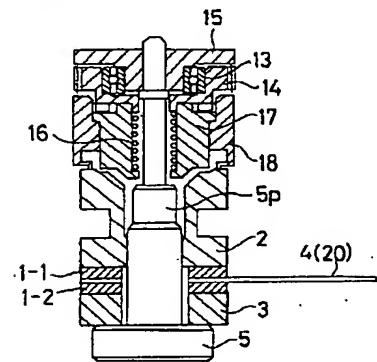
【図 5】



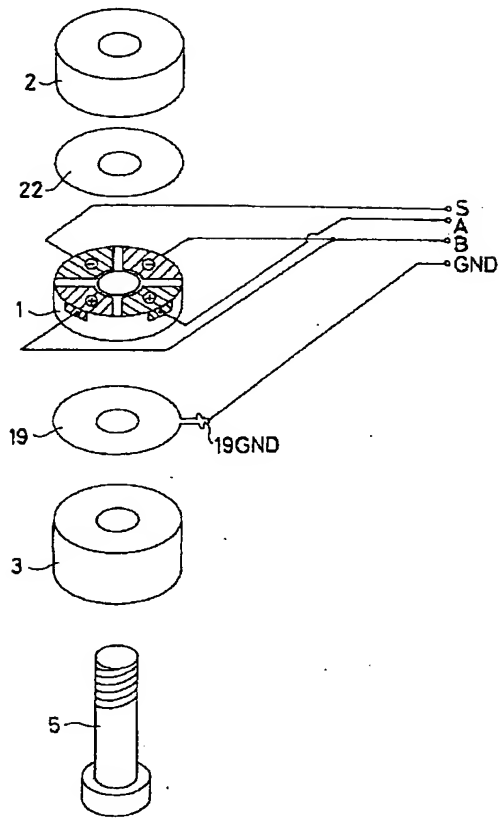
【図 6】



【図 11】



【図 9】



【図 12】